

(51) Int.Cl.
H 01 L 21/3065
G 03 F 7/26
H 01 L 21/027

識別記号
5 1 1

F I
G 03 F 7/26
H 01 L 21/302
21/30

テマコード(参考)
5 1 1 2 H 0 9 6
H 5 F 0 0 4
5 7 3 5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全6頁)

(21)出願番号 特願平11-355456

(22)出願日 平成11年12月15日(1999.12.15)

(71)出願人 592060422

リードーライト コーポレーション
READ-RITE CORPORATION
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95035 ミルピタス ロスコーチェススト
リート 345

(72)発明者 小野 勝之
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号
住友金属工業株式会社内

(74)代理人 100098062
弁理士 梅田 明彦

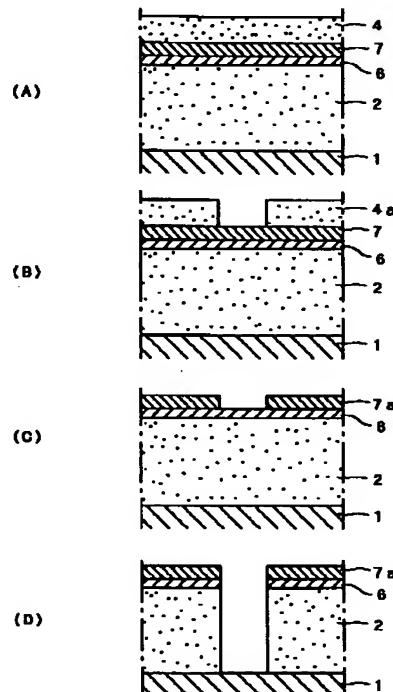
最終頁に続く

(54)【発明の名称】多層レジストのエッティング方法と薄膜磁気ヘッドの製造方法

(57)【要約】

【解決手段】 基板1の上に下層レジスト2を形成し、その上にフッ素系及び塩素系プラズマに対して高耐性で酸素プラズマにより除去可能な材料の第1中間層6を形成し、その上に酸素プラズマに対して高耐性材料の第2中間層7を形成し、かつその上に上層レジスト4を形成して、フォトリソグラフィ技術により所定の形状にパターニングする。これをマスクとしてフッ素系又は塩素系ガスを用いたドライエッティングにより第2中間層のパターンを形成し、更にこれをマスクとして、酸素ガスを用いて第1中間層及び下層レジストを同時にドライエッティングする。薄膜磁気ヘッドの製造において、この多層レジストを利用してレジストフレーム又はレジストパターンを形成し、インダクティブヘッドの上部磁性膜を形成する。

【効果】 第2中間層のオーバエッティング時に第1中間層及び下層レジストのサイドエッティングが起こらず、高い形状・寸法精度の微細加工が可能になる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の上に下層レジストを形成する過程と、

前記下層レジストの上に、フッ素系及び塩素系プラズマに対して高耐性で酸素プラズマにより除去可能な材料の第1中間層を形成する過程と、

前記第1中間層の上に、酸素プラズマに対して高耐性材料の第2中間層を形成する過程と、

前記第2中間層の上に上層レジストを形成しつつ所定の形状にバーニングする過程と、

バーニングされた前記上層レジストをマスクとして、フッ素系又は塩素系ガスを用いたドライエッティングにより前記第2中間層のパターンを形成する過程と、

前記第2中間層のパターンをマスクとして、酸素ガスを用いて前記第1中間層及び下層レジストを同時にドライエッティングする過程とを含むことを特徴とする多層レジストのエッティング方法。

【請求項2】 前記第1中間層の材料が塗布型反射防止膜材料、アモルファスカーボン、Si含有レジスト、又はポリイミドであることを特徴とする請求項1に記載の多層レジストのエッティング方法。

【請求項3】 前記第2中間層の材料がSiO₂、SiN、SiON又はTiNであることを特徴とする請求項1又は2に記載の多層レジストのエッティング方法。

【請求項4】 基板上に下部磁性膜、磁気ギャップ膜、導体コイル膜、絶縁層及び上部磁性膜を積層することにより薄膜磁気ヘッドを製造する方法において、

請求項1乃至3のいずれかに記載のエッティング方法を用いて前記上部磁性膜を形成する工程を含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、一般に半導体製造技術において超微細加工を行うための多層レジストのエッティング方法に関し、更にこのエッティング方法を利用して、MR/インダクティブ複合型を含めてインダクティブヘッドを備えた薄膜磁気ヘッドを製造する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体素子の製造プロセスには、加工寸法の微細化に対応して高解像度のバーニングを実現するために、フォトリソグラフィ技術を利用した多層レジストのエッティングが広く用いられている。一般に多層レジストは、図4Aに示すように、基板1(又は被加工層)上に塗布した下層レジスト2、その上に形成した例えば塗布ガラス(SOG:スピノングラス)などの塗布性無機薄膜からなる中間層3、及びその上に形成した薄い上層レジスト4から構成される。先ず、上層レジスト4を露光、現像してパターンを形成し(図4B)、これをマスクとして反応性イオンエッティング(R

I E)などにより中間層3をドライエッティングし(図4C)、次にこれをマスクとしてドライエッティングすることにより、下層レジスト2に前記パターンを転写する(図4D)。

【0003】また、特にインダクティブ型薄膜磁気ヘッドの製造においても、上部磁性膜を所望のパターンに形成する際に、下部磁性膜及び磁気ギャップ膜の上に積層した導体コイル膜及び絶縁層による段差を緩和するために、多層レジストのエッティング方法が利用されている。

10 例えば特開平6-208709号公報には、上部磁性膜の上にレジスト層を厚く形成し、その上に金属膜又は酸化膜の中間層を形成し、かつその表面にフォトリソグラフィにより形成したレジストパターンをマスクとして前記中間層及びレジスト層を順にRIEでエッティングし、これにより得られる3層レジストをマスクとしてイオンビームエッティングにより上部磁性コアを高い形状精度に成形する薄膜磁気ヘッドの製造方法が開示されている。

【0004】

20 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述した従来の多層レジストのエッティング方法では、図4Cに示すように中間層のオーバエッティングにより下層レジストがサイドエッティングされる虞がある。このサイドエッティングのため、中間層3をマスクとして下層レジストをドライエッティングしても、最終的にその形状・寸法精度が低下するという問題が生じる。

【0005】他方、特開平5-217883号公報では、CHF₃ガスを用いたRIEにより選択的にエッティングした中間層をマスクとして、酸素ガスを用いたRIEにより下層レジストをエッティングする従来方法は、特にオーバエッティング時に過剰となる活性な酸素原子ラジカルにより下層レジストの側壁がサイドエッティングされるという問題点が指摘されている。この問題を解消するために、同公報に記載される多層レジストのエッティング方法は、下層レジストのRIEによるエッティングに酸素ガスと還元性ガスとの混合ガスを用いることにより、酸素ラジカルを低減させ、下層レジストがサイドエッティングされないようにしている。

【0006】また、特開平5-283375号公報では、同様に下層有機膜、中間層無機膜及び上層レジスト層からなる3層レジストのパターン形成において、中間層無機膜が厚いと、これに上層レジスト層からパターンを転写してマスクとし、塩素のような添加ガスと酸素との混合ガスを用いて下層有機膜をドライエッティングした場合に、寸法シフトが生じることが問題とされている。そこで同公報では、下層有機膜をドライエッティングする際に炭素と塩素、又は臭素、若しくは塩素及び臭素とを含むガスを使用し、炭素及びハロゲンの付着効果により下層有機膜エッティング時の被加工膜及び中間層無機膜の削れを防止するドライエッティング方法が提案されてい

る。

【0007】また、特開平11-1212903号公報によれば、多層レジスト構造の製造において、下層レジストの上にSOGを塗布する際に、その界面にレジスト材とSOGとが混在したミキシング層が形成されかつこれがレジスト材よりもエッチングされ易いため、フォトリソグラフィによる上層レジストのパターニング後にSOG、下層レジストを順にドライエッチングする際に、エッチングがミキシング層の内部に進行してエッチング異常を生じる虞がある。同公報では、有機溶剤と反応しないSiO₂などの絶縁体、シリカなどの半導体、Tiなどの金属又はこれらの化合物からなる薄膜を下層レジスト上に設け、その上にSOG、上層レジストを形成する方法により、ミキシング層の形成を防止して機械的強度の高いレジストパターンを形成している。

【0008】本発明の目的は、上述した従来の問題点に鑑み、中間層のオーバエッチングによつても下層レジストにサイドエッチングが起らざり、形状・寸法精度が高い下層レジストパターンを得ることができ、半導体の高集積化等の要求に対応し得る超微細加工を所望の精度で可能にする多層レジストのエッチング方法を提供することにある。

【0009】また、本発明の別の目的は、このように高精度の超微細加工が可能な多層レジストのエッチング方法を利用して、インダクティブヘッドを備える薄膜磁気ヘッドの製造において、最近の磁気記録装置における高記録密度化の要求に対応してより一層の狭トラック化を可能にする方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、基板の上に下層レジストを形成する過程と、下層レジストの上に、フッ素系及び塩素系プラズマに対して高耐性で酸素プラズマにより除去可能な材料の第1中間層を形成する過程と、第1中間層の上に、酸素プラズマに対して高耐性材料の第2中間層を形成する過程と、第2中間層の上に上層レジストを形成しかつ所定の形状にパターニングする過程と、パターニングされた前記上層レジストをマスクとして、フッ素系又は塩素系ガスを用いたドライエッチングにより第2中間層のパターンを形成する過程と、第2中間層のパターンをマスクとして、酸素ガスを用いて第1中間層及び下層レジストを同時にドライエッチングする過程とを含むことを特徴とする多層レジストのエッチング方法が提供される。

【0011】このように多層レジストを構成することにより、下層レジストは、その表面に第1中間層が存在するので、第2中間層をドライエッチングする際に発生するフッ素系又は塩素系プラズマでサイドエッチングされる虞がなく、しかも酸素ガスを用いた1回のドライエッチングで第1中間層と下層レジストとが同時にパターニングされるので、所望の微細パターンを下層レジストに

高い形状・寸法精度で転写することができる。

【0012】或る実施例では、前記第1中間層の材料として塗布型反射防止膜材料、アモルファスカーボン、Si含有レジスト、又はポリイミド等を使用することができる、また、前記第2中間層の材料としてSiO₂、SiN、SiON又はTiN等を使用することができる。

【0013】本発明の別の側面によれば、基板上に下部磁性膜、磁気ギャップ膜、導体コイル膜、絶縁層及び上部磁性膜を積層することにより薄膜磁気ヘッドを製造する方法において、上述した本発明の多層レジストのエッチング方法を使用して前記上部磁性膜を形成する工程を含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法が提供される。

【0014】インダクティブヘッドを備える薄膜磁気ヘッドの製造過程においては、磁気ギャップ膜上に形成される導体コイル膜及び絶縁層が大きな段差を生じさせ、このような段差が、その上に形成する膜即ち上部磁性膜の形成を難しくする。従来の多層レジストを利用した方法では、下層レジストを厚く堆積させて段差を解消させ、エッチングにより上部磁性層を適宜形成することができる。しかし、かかる従来の方法では、下層レジストが厚いために、該下層レジストの上部と下部とでレジスト幅に図4Dに示すような大きな差が生じてしまう。

【0015】本発明によれば、前記段差を解消するため下層レジストを厚く形成しても、その上部と下部とでレジスト幅の差がほとんどなくなるように、下層レジストを高精度にパターニングすることができる。その結果、より高精度に上部磁性膜を形成することが可能となり、トラック幅のより一層の狭小化に対応することができる。

尚、上部磁性膜の形成には、基板上に形成した下部磁性膜、磁気ギャップ膜、導体コイル膜及び絶縁層の上に、例えば磁性材料を成膜し、その上に形成したレジストパターンをマスクとして、不要な磁性材料膜をエッチングにより除去する方法や、レジストを塗布しかつパターニングしてレジストフレームを形成し、これを用いて磁性材料を電気めっきする方法など、従来と同様の方法を適宜、本発明を実施する際の具体的態様に応じて採用することができる。

【0016】

【実施例】以下に添付図面を参照しつつ、本発明の好適な実施例について詳細に説明する。図1Aにおいて、基板1上には、ポジ型レジストを塗布しかつアリベークした下層レジスト2が形成され、その上に、フッ素系及び塩素系プラズマに対して十分な耐性を有しかつ酸素プラズマにより除去可能な材料の薄膜からなる第1中間層6が形成されている。第1中間層6の材料としては、例えば旭化成(株)の「サイトップ」(商標)のような塗布型反射防止膜材料や、アモルファスカーボン、Siを含有するレジスト、及びポリイミド等が好ましい。

【0017】第1中間層6の上には、従来の多層レジス

トと同様に無機材料の薄膜からなる第2中間層7と、上層レジスト4とが積層されて、本発明の多層レジストを構成している。第2中間層7の材料としては、例えば従来からSOGとして使用されているSiO₂やSiN、SiON又はTiN等を使用することができる。

【0018】先ず、図1Bに示すように、例えばステッパーを用いてフォトリソグラフィ技術により、上層レジスト4をパターニングして所定のパターン4aを得る。次に、この上層レジストパターン4aをマスクにして第2中間層7をドライエッチングすることにより、中間層パターン7aを形成する。第2中間層7のドライエッチングには、従来と同様にCH₂F₃等のフッ素系ガスや塩素系ガスを用いた反応性イオンエッチングを行う。このとき、第1中間層6は上述したようにフッ素系及び塩素系プラズマに対して高耐性な材料からなるので、第1中間層6及び下層レジスト2には、図1Cに示すように第2中間層7のオーバエッチングによるサイドエッチングが起ららない。

【0019】最後に、中間層パターン7aをマスクにして、酸素ガスを用いた反応性イオンエッチングにより、第1中間層6及び下層レジスト2を連続してエッチングする(図1D)。本発明によれば、このように第1中間層6を除去するための特別なエッチング工程を必要としないので、製造工程が複雑化せず、下層レジスト2に所望のパターンを高い形状・寸法精度で転写することができる。

【0020】また、本発明の多層レジストのエッチング方法は、より一層の狭トラック化が要求されているインダクティブヘッドを備える薄膜磁気ヘッドの製造に利用することができる。即ち、インダクティブヘッドの上部磁性膜をフレームめっき法により形成する場合、基板上に形成した下部磁性膜の上に磁気ギャップ膜、導体コイル膜及び絶縁層を積層し、その上にめっき用金属下地膜を被着した後、その上に下層レジストを、前記導体コイル膜及び絶縁層による段差を緩和するように比較的厚く塗布する。前記下層レジストの上には、図1に関連して上述したように第1及び第2中間層を形成しつつ上層レジストを比較的薄く塗布する。

【0021】従来と同様に前記上層レジストをフォトリソグラフィ技術によりパターニングした後、これをマスクとしてフッ素系ガス又は塩素系ガスを用いて第2中間層に反応性イオンエッチングを行い、次に酸素ガスを用いた反応性イオンエッチングにより前記第1中間層及び下層レジストをエッチングすることにより、上部磁性膜に対応する寸法・形状のレジストフレームを高精度に形成する。これを用いて電気めっきによりバーマロイ合金などの磁性材料を成膜し、レジストフレーム及び余分な金属下地膜を除去すると、その先端に所望の微細なトラック幅のポール部を有する上部磁性膜が完成する。

【0022】別の実施例では、基板上に形成した下部磁

性膜の上に磁気ギャップ膜、導体コイル膜及び絶縁層を積層し、その上にめっき用金属下地膜を被着しつつバーマロイ合金などの磁性材料を電気めっきした後、その上に下層レジストを、同様に前記導体コイル膜及び絶縁層による段差を緩和するように比較的厚く塗布する。前記下層レジストの上には、第1及び第2中間層を形成しつつ上層レジストを比較的薄く塗布する。

【0023】前記上層レジストをフォトリソグラフィ技術によりパターニングした後、これをマスクとしてフッ素系ガス又は塩素系ガスを用いて第2中間層に反応性イオンエッチングを行い、次に酸素ガスを用いた反応性イオンエッチングにより前記第1中間層及び下層レジストをエッチングすることにより、上部磁性膜に対応する寸法・形状のレジストパターンを高精度に形成する。このレジストパターンをマスクとして、露出している余分な磁性材料及び金属下地膜をイオンビームエッチング等により除去し、かつ残存する前記レジストパターンを除去すると、同様にその先端に所望の微細なトラック幅のポール部を有する上部磁性膜が完成する。

【0024】(実施例)基板1上に、膜厚5μmの汎用ポジ型レジスト(住友化学(株)製PFX-15AMK)からなる下層レジスト2、膜厚1000Åの前記「サイトップ」からなる第1中間層6、膜厚2000ÅのSiO₂膜からなる第2中間層7、及び膜厚2μmの同じく汎用ポジ型レジスト(住友化学(株)製PFX-15AMK)からなる上層レジスト4を積層して図1の多層レジスト構造を形成した。これに溝幅0.5μmのパターンを形成して評価した。

【0025】上層レジスト4をフォトリソグラフィ技術によりパターニングした後、これをマスクとして第2中間層SiO₂膜7をECR装置で以下の条件でドライエッチングした。この結果を図2Aの電子顕微鏡写真(3万倍)に示す。

エッチングガス及び流量: C₄F₈/O₂/Ar=1

9/9/190sccm

圧力: 3mTorr

エッチングレート: 約1000Å/分

処理時間: 50%オーバーエッチングで3分

【0026】比較例として、上記実施例から第1中間層6を省略した図4に示すような従来構造の多層レジストを同一の材料、同一の膜厚で形成し、同じエッチング条件で上層レジスト4及び中間層3をパターニングした。この結果を同じく電子顕微鏡写真(3万倍)の図2Bに示す。両図を比較すると、本発明の多層レジストでは、第1中間層6及び下層レジスト2にサイドエッチングが起っていないのに対し、従来構造の多層レジストには、下層レジスト2が矢印Xの位置においてサイドエッチングされていることが分かる。

【0027】次に、図2Aの状態から酸素ガスを用いて50反応性イオンエッチングを行い、第1中間層6及び下層

レジスト2をバーニングした。この結果を図3の電子顕微鏡写真(1万倍)に示す。同図から下層レジスト2が、従来のようにサイドエッティングの影響を受けることなく、所望の形状にエッティングされていることが分かる。

【0028】

【発明の効果】本発明の多層レジストのエッティング方法は、上述したように第1中間層を下層レジストと第2中間層との間に設けることにより、第2中間層のオーバーライエッティングで下層レジストにサイドエッティングが起こらず、しかも1回のドライエッティング工程で第1中間層と下層レジストとを同時にバーニングできるので、工程や作業を必要以上に複雑化することなく、所望の微細パターンを従来よりも高い形状・寸法精度で形成することができ、半導体のよる一層の高集積化を図ることができる。

【0029】また、本発明の多層レジストのエッティング方法は、インダクティブヘッドを備える薄膜磁気ヘッドの製造に利用することができ、上部磁性膜の形成において上ポールのトラック幅の寸法精度が向上するので、トラック幅の微細化及びそれによるより一層高記録密度化を実現することができる。

10

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による多層レジストのエッティング方法の好適な実施例を工程順に示す断面図である。

【図2】A図は、本発明の多層レジストについて第2中間層をドライエッティングした状態を正面斜め上方から見た電子顕微鏡写真(3万倍)、B図は、従来の多層レジストについて中間層をドライエッティングした状態を示す同様の電子顕微鏡写真(3万倍)である。

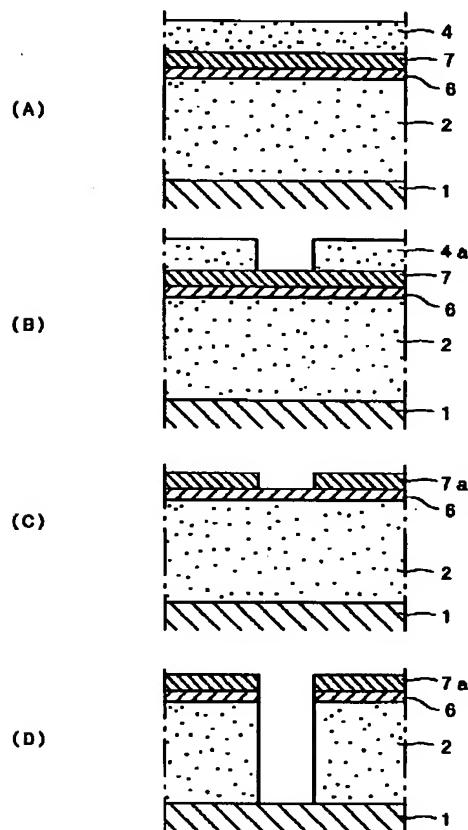
【図3】図2Aの多層レジストについて下層レジストまでエッティングした断面を示す電子顕微鏡写真(1万倍)である。

【図4】従来の多層レジストのエッティング方法の一実施例を工程順に示す断面図である。

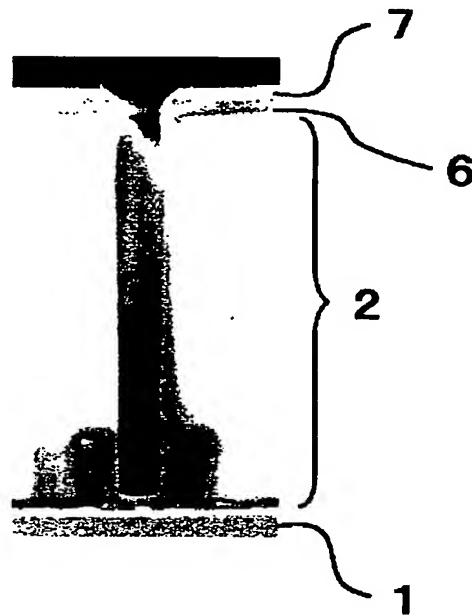
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 下層レジスト
- 3 中間層
- 4 上層レジスト
- 5 サイドエッティング
- 6 第1中間層
- 7 第2中間層

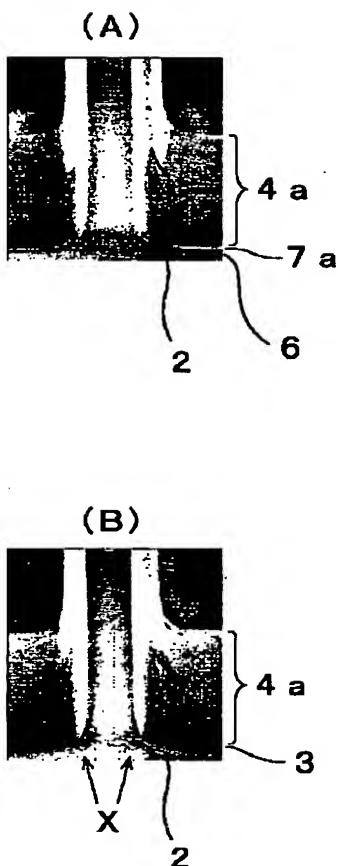
【図1】



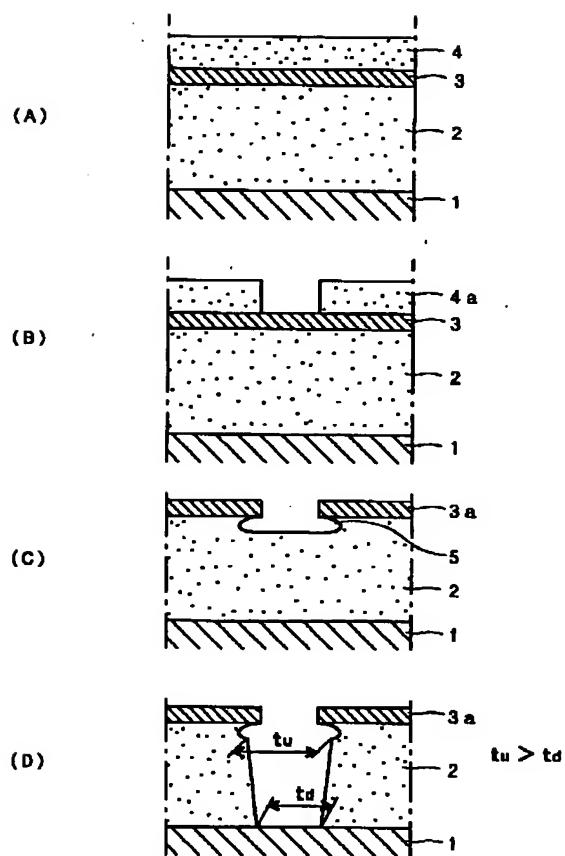
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 駒井 正嗣

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

(72)発明者 片山 克生

大阪府三島郡島本町江川2-15-17 リー

ライト・エスエムアイ株式会社内

F ターム(参考) 2H096 AA27 HA23 HA24 JA04 KA08

KA17 KA18

5F004 AA04 BA14 DA00 DA16 DA26

DB03 DB07 DB25 DB26 EA02

EA22

5F046 NA05 NA07